

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004481

International filing date: 15 March 2005 (15.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-079563
Filing date: 19 March 2004 (19.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 3月19日

出願番号
Application Number: 特願2004-079563

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人
Applicant(s): 独立行政法人科学技術振興機構

2005年 4月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 PS04-1631
【あて先】 特許庁長官殿
【発明者】
【住所又は居所】 福岡県福岡市南区長丘1-6-23-602
【氏名】 菊池 裕嗣
【発明者】
【住所又は居所】 福岡県福岡市東区箱崎1-28-1
【氏名】 梶山 千里
【発明者】
【住所又は居所】 福岡県福岡市東区若宮5-3-33-105
【氏名】 長村 利彦
【発明者】
【住所又は居所】 福岡県福岡市東区松島1-10-21-402
【氏名】 久門 義明
【特許出願人】
【識別番号】 503360115
【氏名又は名称】 独立行政法人 科学技術振興機構
【代理人】
【識別番号】 100110249
【弁理士】
【氏名又は名称】 下田 昭
【選任した代理人】
【識別番号】 100113022
【弁理士】
【氏名又は名称】 赤尾 謙一郎
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 205203
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

一対の透明基板に挟持された高分子安定化ブルー相液晶から成る液晶表示素子であって、該高分子安定化ブルー相液晶がコレステリック相と等方相の間で青色相を発現し得る低分子液晶と該低分子液晶中に形成された高分子ネットワークとから成り、電界を該基板に平行に印加することを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】

前記電界が、一方の透明基板面に相互に組み込まれた櫛歯型の 2 つの電極により印加される請求項 1 に記載の液晶表示素子。

【書類名】明細書

【発明の名称】液晶表示素子

【技術分野】

【0001】

この発明は、液晶表示素子に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示素子は光情報処理分野で広く用いられている。従来の液晶表示方式には、TN, STN, IPS, VA (MVA), OCBなどがあるが、いずれも予め制御された液晶分子の配向を電界を印加させることにより異なる配向状態に変化させ、透過する光の偏光方向や偏光状態を変化させ、この変化を偏光板などで明暗のコントラストに変換させて表示を行うのが一般である。

これら従来の液晶表示方式は、いずれも液晶分子の配向を制御するための表面配向処理を必要とする。特にVA (MVA) を除く方式はラビング処理を必要とする。ラビングは、液晶と接する基板表面に塗布された配向膜表面を布等でこする操作であり、歩留まりの低下に伴うコスト高や表示品質の低下の原因となっている。また、上記いずれの方式もネマチック液晶を用いるため応答時間が短くて10ミリ秒程度であり、テレビでの動画表示に限界があった。

【0003】

近年、液晶表示素子用の液晶としてカイラルネマチック液晶が開発されているが（特許文献1等）、本発明者らは、上記の課題を解決するために、従来のネマチック液晶に代えて、高分子安定化ブルー相液晶を開発した（特許文献2）。この高分子安定化ブルー相液晶は、ブルー相のもつ高速応答性を失うことなくその発現温度範囲を高分子によって著しく高めた新規材料である。高分子安定化ブルー相は、電界無印加状態で光学的に等方性であるため、配向を制御する必要がない。電界ゼロで複屈折ゼロ、電界印加で複屈折が誘起される現象を利用する新規な方式で表示を行う。その応答時間は100μ秒程度であるため従来の液晶表示素子よりも格段に応答が速い。

一方、液晶画面の大型化や高品質化に対応するために、同一面スイッチング(IPS)が開発されている（非特許文献1）。この方式は、基板に平衡面に電界をかける方式であるが、この方式に適用する液晶材料が求められていた。

【0004】

【特許文献1】特開2003-295225

【特許文献2】特開2003-327966

【非特許文献1】Appl. Phys. Lett. 67(26), 395-3897 (1995)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、同一面スイッチング(IPS)方式に対応した液晶表示素子であって、表面配向処理を不要とし、従来の液晶表示素子において動画表示で不十分だった応答速度を著しく向上させることが可能な新規液晶表示素子を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らは、高分子安定化ブルー相液晶（特許文献2）を用いた液晶表示素子が、セル基板に対して面内方向に電界を印加することによって大きな複屈折変化を示し、表示素子として大きな可能性があることを見出し、本発明を完成させるに至った。

本発明の液晶表示素子は、同一面スイッチング(IPS)方式に対応液晶画面の大型化や高品質化に適する。また、高分子安定化ブルー相液晶を用いるため、配向制御のための表面配向処理が不要であり、従来の表示素子で不可欠だった基板表面への配向膜の塗布-乾燥-熱キュア-ラビングなどの配向処理?洗浄?乾燥といったプロセスを全て省略でき、このプロセスが原因となっていた、ほこりや微粒子などの異物の混入、静電気の発生、傷の発

生などによる歩留まりの低下や表示機能の低下が回避できる。また、従来の液晶表示素子ではネマチック液晶の配向状態の変化を基本原理とするため本質的に応答時間に限界があり、競合技術であるプラズマパネルやELなどに比べ動画表示機能に劣っていたが、高分子安定化ブルー相では 100μ 秒程度の応答が可能であるためこの問題も解決できる。

【0007】

即ち、本発明は、一対の透明基板に挟持された高分子安定化ブルー相液晶から成る液晶表示素子であって、該高分子安定化ブルー相液晶がコレステリック相と等方相の間で青色相を発現し得る低分子液晶と該低分子液晶中に形成された高分子ネットワークとから成り、電界を該基板に平行に印加することを特徴とする液晶表示素子である。この電界は、一方の透明基板面に相互に組み込まれた櫛歯型の2つの電極により印加されることが好ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明の光学変調素子は一対の透明基板に挟持された高分子安定化ブルー相液晶から成る。

透明基板としてガラス、プラスチックフィルム、光学結晶等を用いることが出来る。

これら一対の基板間の距離は通常 $2\sim100\mu$ mである。

印加する電界は通常 $1000\sim100000V/cm$ である。電界は、実質的に基板に對し平行（又は表示方向に垂直）であればよい。

電界の印加方法に特に制限はないが、一方の基板面に櫛歯型の電極2つを相互に組み込む構造が簡便である。この櫛歯型電極当たり、櫛歯の数は約 $2\sim100$ 個、長さ約 $1\sim1000\mu$ m、幅約 $1\sim50\mu$ m、櫛歯間距離約 $1\sim100\mu$ mが好ましい。

【0009】

本発明の光学変調素子の構造の一例を図1に示す。

この構造においては、基板に櫛歯型の電極2つを同一面内にを相互に組み込むように付け、それらに電圧を印加することで櫛歯に対して垂直に、基板面に平行に電界を印加する。もう一方の基板は電極のないガラス板で薄膜などのスペーサーを介してサンドイッチする。そうするとスペーサー厚のギャップが基板間にでき、そのギャップに液晶材料を注入する。

向かい合った二つの櫛歯電極に電圧を印加すると、電界方向すなわち櫛歯線に垂直方向を光軸とする一軸の屈折率異方性が生じる。予め、二枚の偏光板の間にセルを置き、各偏光板の偏光軸を直交させ（いわゆるクロスニコル状態）、電界方向をそれぞれの偏光軸に對して45度にすれば、電界ゼロで透過率ゼロ（複屈折ゼロなので）、電界印加で光透過（複屈折が生じたセルが波長板のように作用するため）となる。したがって、電圧ON-OFFで明一暗のコントラストをつけることができる。セルのリターデーション（=複屈折×セルの厚み）が透過光の波長の半分になれば、透過率最大になる。

【0010】

本発明の高分子安定化ブルー相液晶は低分子液晶と高分子ネットワークとから成る。

高分子ネットワークを形成するのに用いられるモノマーは、非液晶性モノマー及び液晶性モノマーのいずれでもよいが、非液晶性のモノマーの方が液晶性モノマーより効果的である。

非液晶性のモノマーは、光重合又は熱重合によって重合することができるモノマーであって、棒状の分子構造（例えは、ビフェニル基又はビフェニル・シクロヘキシル基等の末端にアルキル基、シアノ基、フッ素などが付いたような分子構造）を有しないモノマーを指称し、例えは、分子構造中にアクリロイル基、メタクリロイル基、ビニル基、エポキシ基、フマレート基、シンナモイル基等の重合性基を含むモノマーが挙げられるが、これらに限られるものではない。

非液晶性のモノマー以外のモノマーとして、フェニル基やシクロヘキシル基などを含む棒状や板状の骨格を有しそれ自身で液晶性を示すか他の分子との混合により液晶相を示すような液晶性モノマーが挙げられる。

また重合基を複数有するようなモノマーを用いてもよい。

【0011】

非液晶性モノマーとして好ましい例は、分子構造中にアクリロイル基又はメタクリロイル基を含むアクリレート系モノマーであり、特に好ましいのは、側鎖としてアルキル基を有する枝分かれ構造のアクリレート系モノマーである。アルキル基は、一般に、炭素数1～4のアルキル基であり、このようなアルキル基から成る側鎖をモノマー単位当たり少なくとも1個有するモノマーを用いる。アクリレート系モノマーの好適な例としてはシクロヘキシルアクリレートなど、また、側鎖としてアルキル基を有するアクリレート系モノマーの好適な例としては、2-エチルヘキシルアクリレート、1, 3, 3-トリメチルヘキシルアクリレートなどを挙げることができる。

【0012】

このモノマーが、架橋剤とともに重合に供されることにより、高分子ネットワークが形成される。この架橋剤は、液晶性又は非液晶性の化合物のいずれでもよく、用いたモノマーに対応してそのモノマー分子間を結合して網状構造を形成し得るような反応性部位を有するものを使用すればよい。例えは、本発明の好ましい態様に従いモノマーとしてアクリレート系モノマーを用いる場合には、架橋剤として液晶性のジアクリレートモノマーを使用することもできる。

【0013】

一方、低分子液晶は、コレステリック相（カイラルネマチック相）と等方相の間で青色相を発現し得るものである。このような低分子液晶は、ビフェニル、ターフェニル、ビフェニル・シクロヘキシル等の分子構造を含み、不斉原子の存在によりそれ自身がカイラリティー（キラリティー）を有するか、又は、カイラルな物質（カイラルドーパント）を添加されることにより、コレステリック相（カイラルネマチック相）を発現し得る物質であって、そのコレステリック相（カイラルネマチック相）におけるらせんのピッチ長が約50nm以下となるようなものから選ばれる。これらの低分子液晶は、一般に、複数の種類を混合して使用することが好ましい。

【0014】

高分子安定化ブルー相液晶の青色相は、低分子液晶中にモノマーと架橋剤を分散させ、青色相が保持されている温度下に重合反応を行うことによって得られる。

重合は、熱重合及び光重合のいずれでも行うことができるが、熱重合の場合は、青色相が保持される温度と重合温度（加熱温度）とが重なる範囲に限界があり、また、高分子ネットワークの形態が加熱により変化する可能性もあるので、紫外光を用いる光重合によるのが好ましい。また、重合に際しては、重合速度を速めるために、低分子液晶中に、モノマーと架橋剤に加えて重合開始剤も分散させておくことが好ましい。光重合開始剤としては、アセトフェノン系、ベンゾフェノン系、ベンゾインエーテル系、チオキサントン系などの各種の開始剤が使用可能であり、具体的には、2, 2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノンなどが例示できる。さらに、既述したように、低分子液晶にカイラルネマチック相を発現させるためにカイラルドーパントを添加してもよい。

【0015】

高分子安定化ブルー相液晶の青色相から成る液晶材料を作製するには、低分子液晶中にモノマーと架橋剤、さらには、必要に応じて重合開始剤やカイラルドーパントを分散させた混合溶液を適当なセルに注入して重合させる。

以下、実施例にて本発明を例証するが本発明を限定することを意図するものではない。

【実施例1】

【0016】

液晶としてフッ素系混合液晶であるJC1041-XX (Chisso)、4-cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB) (Aldrich) 及びカイラル剤としてZLI-4572 (Merck)を加熱混合した。各比率は、下表にあるように47.2/47.2/5.6 (mol%)とした。その混合液中に高分子ネットワークを形成させるための光重合性モノマーとして一官能性の2-ethylhexyl acrylate (EHA) (Aldrich)

及び二官能性のRM257 (Merck)を加えた。モノマーの組成比は、表1の通りEHA/RM257=70/30 (mol%)とした。さらに、光重合開始剤には2,2-dimethoxyphenylacetophenone (DMPAP) (Aldrich)を加え均一な溶液とした。混合溶液中のモノマーの含有率を α とした。 α は4~15 mol%で種々変化させた。DMPAPは、混合モノマーに対して5 mol%となるように調製した。

【表1】

Sample	Monomer		Photoinitiator		Liquid Crystal	
	EHA	RM257	DMPAP	JC1041-XX	5CB	ZLI-4572
Molar ratio / mol%	70	30		47.2	47.2	5.6
Composite	α mol%		0.05 α mol%		(100-1.05 α) mol%	

【0017】

基板表面に電極間50 μ mの櫛歯型ITO電極 (ITO電極抵抗値:100 Ω)を形成した厚み1.1 mmのガラス基板 (E. H. C. Co., Ltd.)と電極を形成していない厚み1.1 mmのガラス基板を用いサンドイッチ型ガラスセルを作製した。セル厚はスペーサーを介し25 μ mとした。

上記混合液を等方相の状態で、このガラスセル中に毛管現象を利用して注入した。調製した混合液において発現した液晶相は、高温側からBPII、BPI及びカイラルネマチック相であった。ガラスセルの温度を複合系がBPIを発現する温度領域で一定に保持し、照射強度1.5 mW cm^{-2} (365 nm)の紫外光を照射することで高分子安定化ブルー相を調製した。

紫外光照射の手順は、照射時間/照射回数の順に1 s/5回、2 s/2回、3 s~5 s 15 s~30 s~30 min/1回とし、照射間隔を10 sとした。液晶相の同定は偏光顕微鏡観察より行った。偏光顕微鏡はECLIPSE E600W (Nikon Co., Ltd.)を用い、直交ニコル下で観察を行った。

【0018】

図2に、高分子安定化ブルー相液晶 (α =6.3 mol%) の青色相の光学リターデーション (=複屈折×セルの厚み)に対する電界の影響を示す。縦軸は、293Kにおける基板面に垂直方向の632 nmの光の透過度を示す。電界により誘導される光学リターデーションの大きさは、Kerr効果のように、電界の二乗に比例して増加している。Kerr効果は電界誘起複屈折の一種を示し、複屈折 $\Delta n = (\text{Kerr係数}) \times (\text{波長}) \times (\text{電界の二乗})$ となる。図2の傾きからKerr係数を計算すると、 $3.7 \times 10^{-10} \text{ v}^{-2} \text{m}$ となり、ニトロベンゼンのKerr係数の約180倍になる。これは、光学等方性材料としては異常に高い値である。光透過率は光学リターデーションが光の波長の半分であるときに最大となる。通常このような系で光学リターデーションを透過光の波長の半分とするには高電圧を必要とするが、本発明の液晶表示素子の高分子安定化ブルー相液晶のように屈折率が大きく誘電異方性が大きい液晶を用いるとこのような条件を容易に達成することができる。

【0019】

図3は、応答時間に対する温度の影響を示す。(a)は立上がり時間、(b)は減衰時間を示す。応答時間は、電圧を印加した瞬間と切った瞬間の透過率の変化を緩和関数にフィッティングして求めた。試料溶液中のモノマーの含有率 α は6.3~15.0 mol%の範囲とした。応答時間の分布因子は0.4~0.6であった。応答時間は立上がり時間及び減衰時間共に α が大きい程速く、293.5Kにおける立上がり時間は105 μ s、減衰時間は18 μ sであった。この減衰時間は325.5Kにおける低分子青色相の減衰時間と同等である。また高温域の減衰時間は 10^{-6} s程度である。このような応答時間は従来の液晶表示素子と比べると極めて速い。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の光学変調素子の構造の一例を示す図である。

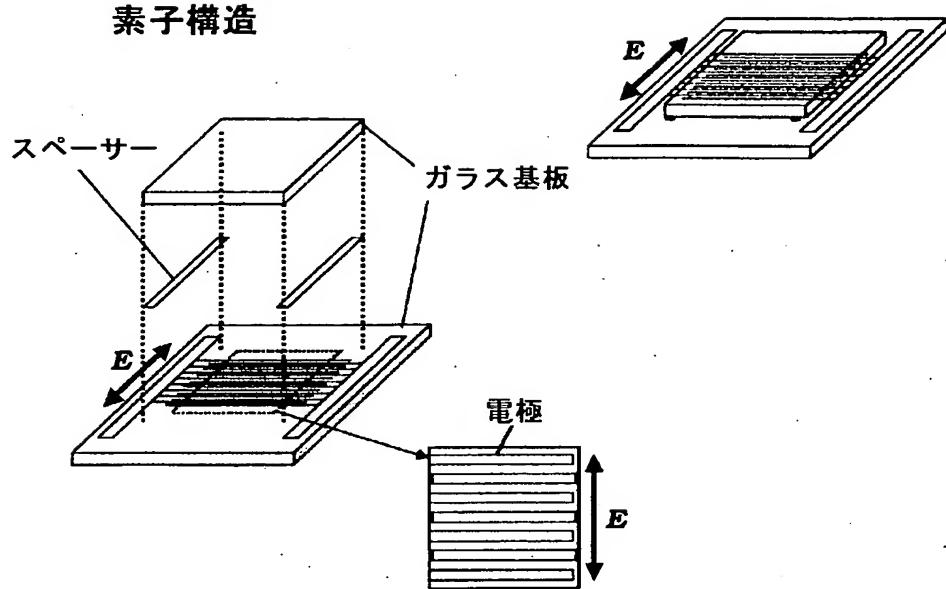
【図2】光学リターデーションに対する電界の影響を示す図である。

【図3】応答時間に対する温度の影響を示す図である。

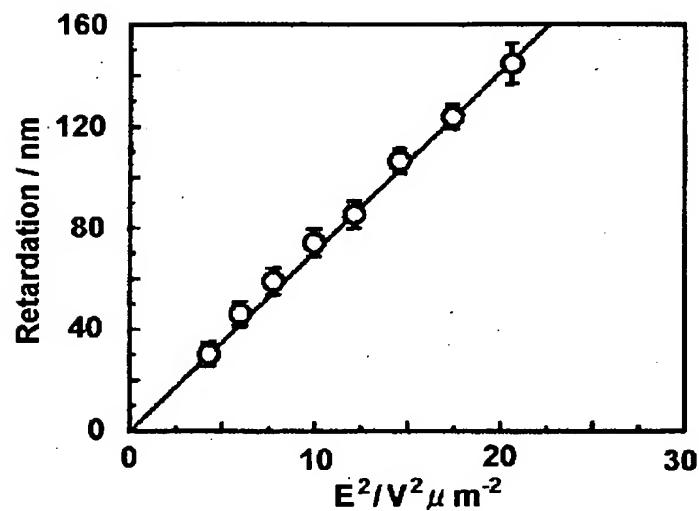
【書類名】 図面

【図 1】

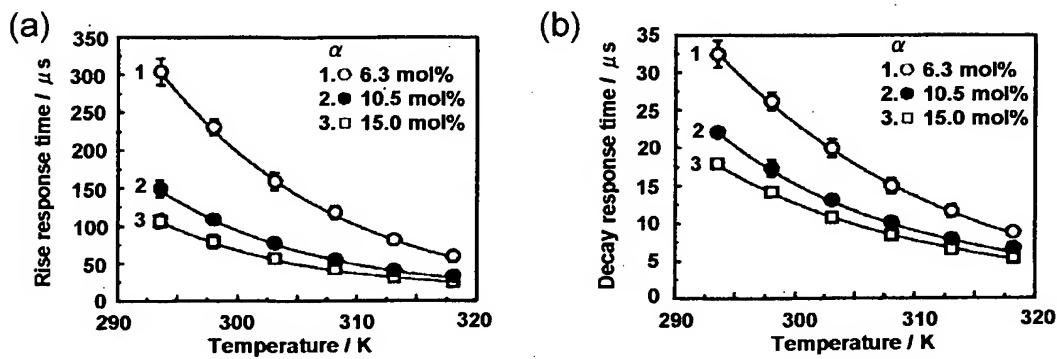
素子構造



【図 2】



【図 3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 表面配向処理を不要とし、従来の液晶表示素子において動画表示で応答速度を著しく向上させることが可能な新規液晶表示素子を提供する。

【解決手段】 一対の透明基板に挟持された高分子安定化ブルー相液晶から成る液晶表示素子である。高分子安定化ブルー相液晶を用いた液晶表示素子は、セル基板に対して面内方向に電界を印加することによって大きな複屈折変化を示す。高分子安定化ブルー相液晶は、コレステリック相と等方相の間で青色相を発現し得る低分子液晶と、該低分子液晶中に形成された高分子ネットワークとから成る。

【選択図】 なし

出願人履歴

503360115

20031001

新規登録

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

独立行政法人科学技術振興機構

503360115

20040401

名称変更

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

独立行政法人科学技術振興機構